

Министерство науки и высшего образования РФ  
Правительство города Севастополя  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
«Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»  
Всероссийское гидробиологическое общество при Российской академии наук  
Русское географическое общество  
Паразитологическое общество при Российской академии наук

# Изучение водных и наземных экосистем: история и современность

Международная научная конференция, посвящённая 150-летию  
Севастопольской биологической станции —  
Института биологии южных морей имени А. О. Ковалевского  
и 45-летию НИС «Профессор Водяницкий»

Тезисы докладов

13–18 сентября 2021 г.  
Севастополь, Российская Федерация

Севастополь  
ФИЦ ИНБЮМ  
2021

## **Тяжёлые металлы в прибрежных водах Чёрного и Азовского морей в летний сезон 2020 г.**

**Чужикова-Проскурнина О. Д.<sup>1</sup>, Проскурнин В. Ю.<sup>1</sup>, Терещенко Н. Н.<sup>1</sup>, Кобечинская В. Г.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», Севастополь, Россия

<sup>2</sup>Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Симферополь, Россия

[olga88.chp@ya.ru](mailto:olga88.chp@ya.ru)

Многие тяжёлые металлы относятся к токсичным загрязняющим веществам, требующим постоянного мониторинга для своевременного обнаружения поступления их в окружающую среду и предотвращения негативного воздействия на живые организмы. Источниками их поступления в морскую среду служат как природные процессы, так и антропогенное воздействие, особенно проявляющееся в прибрежных зонах.

Цель работы состояла в изучении пространственного распределения тяжёлых металлов в поверхностной и придонной воде прибрежных районов российского сектора Чёрного и Азовского морей.

Для наблюдений были выбраны 15 мониторинговых станций (ст.): 4 станции у западного побережья Крыма (ст. 1 — в Каркинитском заливе, ст. 2 — у мыса Тарханкут, ст. 3 — на траверзе г. Евпатории, ст. 4 — у г. Севастополя), 4 станции в акватории ЮБК (ст. 5 — в бухте Ласпи, ст. 6 — у г. Ялты, ст. 7 — г. Судак, ст. 8 — в Феодосийском заливе), 4 станции в Азово-Черноморском регионе (в предпроливье Керченского пролива: ст. 9 — со стороны Чёрного моря, ст. 10 — со стороны Азовского моря, ст. 11 — в Арабатском заливе, ст. 12 — около Таганрогского залива), 3 станции у Черноморского побережья материковой части России (ст. 13 — у г. Анапы, ст. 14 — у г. Новороссийска, ст. 15 — у г. Туапсе). Отбор проб воды на указанных станциях осуществлялся с поверхностного и придонного горизонтов в 113-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий» (4–29 июня 2020 г.).

Обработка проб производилась в соответствии с РД 52.10.243-92 и заключалась в экстракционном отделении и концентрировании тяжёлых металлов непосредственно после отбора проб в бортовых лабораториях НИС с использованием четырёххлористого углерода и комплексообразователя — диэтилдитиокарбамата натрия (Na-ДДК). Этот метод позволяет выполнить количественное экстрагирование растворённых лабильных форм Cu, Zn, Cd и Pb. Кроме того, имеются данные о том, что Be, V, Fe, Co, Ni, As, Se, Mo, Ag, Sb, Tl также количественно извлекаются по описанной методике.

Измерения проводились в соответствии с ГОСТ Р 56219-2014 методом масс-спектрометрии с индукционно-связанной плазмой на масс-спектрометре PlasmaQuant MS Elite фирмы Analytik Jena AG в ЦКП «Спектрометрия и хроматография» ФИЦ ИнБЮМ.

Для оценки загрязнённости вод используются ПДК для морской воды, приводимые в Приказе от 13 декабря 2016 г. № 552 Министерства сельского хозяйства Российской Федерации «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».

Концентрации меди находились в пределах 0,12–2,37 мкг·л<sup>-1</sup> и на девяти станциях (6–14) превысили 20 % ПДК в поверхностной воде, а в Азовском море (ст. 10–12) — и в придонной воде. Максимальное значение зафиксировано на станции 6 — около 45 % ПДК. Концентрации цинка

были порядка  $2,1\text{--}32,5 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$ , они были выше 20 % ПДК для поверхностных горизонтов на ст. 2–4 и 12–14, а для придонных горизонтов — на ст. 5, 7, 12 и 14. Максимальные значения концентраций достигли 60 % ПДК на ст. 12 (придонный горизонт) и 13 (поверхностный горизонт). Максимальная концентрация кадмия —  $0,16 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$  — определена на ст. 1 в поверхностном горизонте, однако это всего около 1,5 % ПДК. Наибольшая концентрация свинца —  $0,22 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$  — получена на ст. 9, это около 2 % ПДК.

Концентрация железа достигла 20 % ПДК только в придонной воде ст. 15 —  $21,1 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$ , значительно превысив показатели на других станциях — от 0,4 до  $4,4 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$ . Концентрация кобальта составила  $0,001\text{--}0,546 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$  и превысила 10 % ПДК только на ст. 10 в придонном горизонте, а концентрации никеля ( $0,23\text{--}1,77 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$ ) — на ст. 10–12 в придонных и поверхностных горизонтах. При этом на ст. 11 в придонном горизонте концентрация никеля достигла 20 % ПДК. Содержание ванадия ( $0,15\text{--}0,60 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$ ) на всех станциях и горизонтах, кроме поверхностных горизонтов ст. 13–15, превысило 20 % ПДК, достигая в половине случаев значений порядка 50–60 % ПДК. В отношении бериллия и селена концентрации оказались ниже предела детектирования на всех мониторинговых станциях. Подобная ситуация характерна для серебра и талия, определить концентрации которых удалось только на шести станциях ( $\text{Ag}$  —  $0,0003\text{--}0,0039 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$ ;  $\text{Tl}$  —  $0,0002\text{--}0,0027 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$ ), а полученные значения едва превышали 2 % ПДК. Максимальные концентрации мышьяка и сурьмы обнаружены в придонных горизонтах на ст. 14 ( $1,17$  и  $0,09 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$ ) и 15 ( $1,34$  и  $0,06 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$ ). При этом для сурьмы значения соответствуют 1–2 % ПДК, в то время как для мышьяка достигают 10–14 % ПДК.

Для большинства детектируемых элементов более высокие концентрации определяются в поверхностной воде, чем в придонной. Исключением является ванадий, для которого на всех станциях концентрация в придонном горизонте не ниже его концентрации в поверхностной воде, а на отдельных станциях (4–7, 9, 13–15) превышает таковую в 2–3 раза. Также значительные превышения в придонных горизонтах относительно поверхностных определены на отдельных станциях для следующих элементов: железа — на ст. 15 (в 20 раз выше), кобальта — на ст. 10 (в 4 раза выше), цинка — на ст. 5, 7 и 12 (в 2–3 раза выше), сурьмы и мышьяка — на ст. 14 и 15 (в 10–40 раз выше).

Превышения ПДК в 1–2 раза зафиксированы только для молибдена на всех мониторинговых станциях как в поверхностных, так и в придонных горизонтах (кроме придонного горизонта ст. 14), а концентрации при этом находились в диапазоне  $0,46\text{--}2,10 \text{ мкг}\cdot\text{л}^{-1}$ . В отношении остальных 14 элементов во всех исследованных районах экологическая ситуация в июне 2020 г. была благоприятной.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ ИнБЮМ по теме «Молискологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем» (№ гос. регистрации 121031500515-8).*